

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-264066

(43)Date of publication of application : 18.09.2002

(51)Int.Cl.

B25J 15/08

B64G 1/24

(21)Application number : 2001-067361

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 09.03.2001

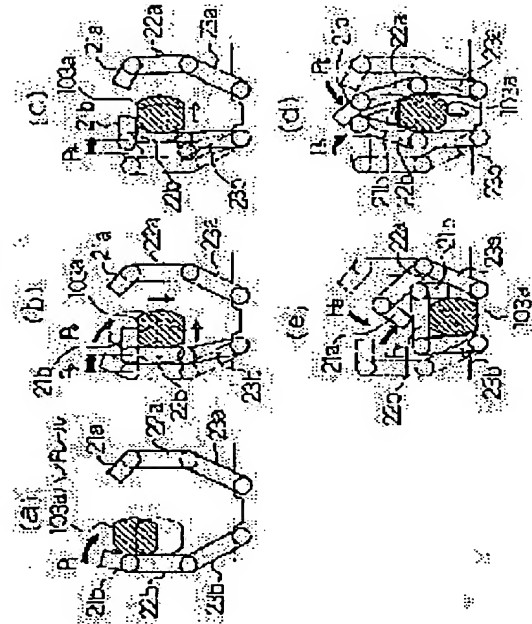
(72)Inventor : KAWASAKI SHUICHI

## (54) GRIP METHOD AND GRIP MECHANISM BY ROBOT HAND

## (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To positively grip a rail and to prevent the damage of a hand or a rail in a grip method by a robot hand.

**SOLUTION:** The grip mechanism 20 is composed of two grip parts constituted by connecting finger parts 23a, 23b to a base part, and connecting finger parts 22a, 22b and tip finger parts 21a, 21b bendably. A handrail 103a is formed in elliptic shape cut out at the upper and lower parts. In (a), the handrail 103a is taken in by bending operation P1. In (b), the handrail 103a is horizontally moved by moving operation P2 and lowered by bending operation P3. In (c), the handrail 103a is taken into the center position further by horizontal moving operation P4. In (d), the handrail 103a is held by the bending operation P5, P6 of both grip parts, or as shown in (e), the handrail 103a is gripped by bending P7 of one grip part and bending action P8 of the other grip part. The damage of the rail and finger parts is prevented by accurate gripping.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-264066

(P2002-264066A)

(43) 公開日 平成14年9月18日(2002.9.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\*(参考)

B 2 5 J 15/08

B 2 5 J 15/08

J 3 C 0 0 7

B 6 4 G 1/24

B 6 4 G 1/24

K

Z

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-67361(P2001-67361)

(22) 出願日 平成13年3月9日(2001.3.9)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 川崎 秀一

名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株

式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

(74) 代理人 100069246

弁理士 石川 新 (外1名)

Fターム(参考) 3C007 AS27 AS29 DS02 ES05 ES08

EV02 EV04 EV10 HS23 NS06

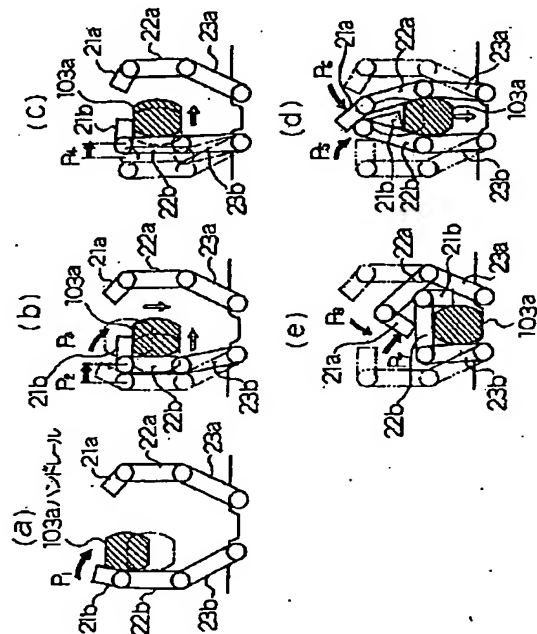
NS07

(54) 【発明の名称】 ロボットハンドによる把持方法及び把持機構

(57) 【要約】

【課題】 ロボットハンドによる把持方法に関し、レールの把持を確実に行うと共に、ハンド又はレールへの損傷を防ぐ。

【解決手段】 把持機構20は、基部24に指部23a、23bを連結し、指部22a、22b、先端指部21a、21bを屈曲可能に連結した2本の把持部で構成する。ハンドレール103aは上下を切り欠いた楕円形状とし、(a)では屈曲動作P<sub>1</sub>でハンドレール103aを取込み、(b)では移動動作P<sub>2</sub>で水平移動、P<sub>3</sub>で屈曲動作により下降させ、(c)では更に水平移動動作P<sub>4</sub>で中心位置へ取込み、(d)では両把持部の屈曲動作P<sub>5</sub>、P<sub>6</sub>でハンドレール103cを挟み込み、又は(e)のように一方の把持部の屈曲P<sub>7</sub>、他方のP<sub>8</sub>の屈曲動作により把持する。これにより正確な把持でレールや指部の損傷を防ぐ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数のハンドを備え、同各ハンドは複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボットハンドの把持方法であって、前記ハンド先端を広げた状態で前記把持対象物を一方のハンド内側へ当接させる場合でも；前記一方のハンドの当接した指部内側の面をハンド中心軸線と直交する方向へ平行移動させることにより前記把持対象物を前記直交方向へそのままの姿勢で移動させ；前記把持対象物の中心部をほぼ前記ハンド中心線上に位置させ；その後前記両ハンドの各指部を内側へ屈曲させて前記把持対象物を挟んで把持することを特徴とするロボットハンドによる把持方法。

【請求項 2】 前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面を有し、前記ハンドは同ハンドレールの楕円状曲面に当接することを特徴とする請求項 1 記載のロボットハンドによる把持方法。

【請求項 3】 前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は円形状であることを特徴とする請求項 1 記載のロボットハンドによる把持方法。

【請求項 4】 前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は四角形状であることを特徴とする請求項 1 記載のロボットハンドによる把持方法。

【請求項 5】 前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面を有し、同楕円状曲面の上端又は下端、或いは上端及び下端の両方に切り欠きを有し、前記ハンドは同ハンドレールの楕円状曲面に当接することを特徴とする請求項 1 記載のロボットハンドによる把持方法。

【請求項 6】 前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は円形状曲面を有し、同円形状曲面の上端又は下端、或いは上端及び下端の両方に切り欠きを有し、前記ハンドは同ハンドレールの円形状曲面に当接することを特徴とする請求項 1 記載のロボットハンドによる把持方法。

【請求項 7】 対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数のハンドを備え、同ハンドは複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の対向する内側の面は滑らかな曲面を形成するように切欠かれていることを特徴とするロボット把持機構。

【請求項 8】 前記指部のうち基部側の指部内側には、前記曲面を設けずに直線状の平面を形成していることを特徴とする請求項 7 記載のロボット把持機構。

【請求項 9】 前記指部の断面は四角形状であることを特徴とする請求項 7 又は 2 記載のロボット把持機構。

【請求項 10】 前記指部の断面形状は円形状であることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載のロボット把持機構。

【請求項 11】 対向して配置され把持対象物を挟んで

把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の内側にはそれぞれ表面材料が取付けられ、同表面材料の摩擦係数は、先端の指部が同指部基材の摩擦係数よりも大きく、その他の指部は同指部基材の摩擦係数よりも小さいことを特徴とするロボット把持機構。

【請求項 12】 前記各表面材料は各指部内側へ着脱可能に取付けられていることを特徴とする請求項 11 記載のロボット把持機構。

【請求項 13】 前記請求項 11 又は 12 記載のロボット把持機構で把持する把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面、楕円状曲面の上端又は下端、或いは上下両端に切り欠きを有することを特徴とする把持対象レール。

【請求項 14】 前記請求項 11 又は 12 記載のロボット把持機構で把持する把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は四角形状であることを特徴とする把持対象レール。

【請求項 15】 対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の周囲表面にはそれぞれ材質の異なる複数の表面材料を周方向に区分して全周囲を覆って取付け、前記各指部にはそれぞれ各指部を軸中心に回転させる駆動機構を備えて構成され、前記各駆動機構で前記各指部を回転させることにより前記各指部の所定の表面材料を選択し把持部の内側に配置可能とすることを特徴とするロボット把持機構。

【請求項 16】 対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の周囲表面にはそれぞれ材質の異なる複数の表面材料を周方向に区分して全周囲を覆って取付け、前記各指部のうち基部側に連結された指部にのみ同指部を軸中心に回転させる駆動機構を備えて構成され、前記駆動機構を駆動することにより前記基部側の指部と共に同指部に連結された他の指部も同時に回転させ所定の表面材料を選択し把持部の内側に配置可能とすることを特徴とするロボット把持機構。

【請求項 17】 前記各指部の断面形状は円形状又は楕円形状であることを特徴とする請求項 15 又は 16 記載のロボット把持機構。

【請求項 18】 前記各指部の断面形状は四角形状であることを特徴とする請求項 15 又は 16 記載のロボット把持機構。

【請求項 19】 前記各複数の指部の断面形状は四角形状、円形状及び楕円形状の組合せであることを特徴とする請求項 15 又は 16 記載のロボット把持機構。

【請求項 20】 前記駆動機構は前記各指部のうち、必

要な指部を選択し、選択した指部に対応する駆動機構のみを駆動可能とすることを特徴とする請求項 15 記載のロボット把持機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はロボットハンドによる把持方法及び把持機構に関し、宇宙飛行体の船内、外で作業を行うロボット、その他原子力発電所、等の地上での特殊プラントでのロボットに適用され、把持対象物を確実に把持できるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】現在計画されている宇宙ステーション等有人宇宙船の有人モジュール本体の表面には、ハンドレールがモジュール本体の船内外周囲各所に設けられており、作業員がこのハンドレールを把持してハンドレールを伝わり保守、点検、機器の交換を行う。又、船内外の機器には持ち運び用のハンドホル드가取付けられており、作業員がこれを把持して運搬する。

【0003】特に、宇宙ステーションの有人モジュールの船内においては、各種の実験を行うために、作業員が実験装置や機器を搬送したり、ラックへ装着、取外し、等が行われている。図 21 は有人モジュールの船内の構造の概要を示す側面図である。図において、有人モジュール本体 100 内部には実験用の多数のラック 101 が配列しており、又、作業員が作業中に把持するためのハンドレール 103 が設けられている。

【0004】前述のように現状で計画されているモジュール、又は人工衛星等の宇宙空間での作業は宇宙服を装着した作業員による作業が主力であり、安全上の問題等の面より人間に代わる機械化が望まれ、宇宙ステーションのモジュール本体の船外での点検や構造物の交換、船内での機器の操作や取付け、取外し、等の目的としたロボットが種々提案されている。

【0005】又、地上の原子力設備等のロボットも、把持用ハンド等により、ハンドレールを把持する場合、把持対象物が回転することに、着目していない。宇宙を飛行し、宇宙空間で作業するロボット、水中で作業するロボットのアームに取り付けられるハンド部（把持部）も把持対象の形状によっては、把持対象が回転し、当該ハンドを持つロボット本体に把持対象が衝突する可能性がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述の現在計画されている作業ロボットにおいては、アーム先端の把持部で宇宙空間において各種の形状、大きさのボルトや大小の作業用ソケット、あるいはハンドレール、等を把持しなければならない。特に、把持部がハンド等の把持機構を用いる場合で、ハンドレール、等を把持してロボットの移動を行う際には、ハンドレールを確実に把持し、把持する際にはハンドレールや自己の把持機構を損傷したり破

損しないように把持を迅速に、かつ確実に行う必要がある。

【0007】そこで本発明は、ロボットのハンドを操作してハンドレール等の把持対象物を把持する際に、ハンドの把持部の間に対象物を把持する場合把持対象に回転を与えず、滑らかに移動して把持することを課題としてなされたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は前述の課題を解決するために次の把持方法を提供する。

【0009】（1）対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数のハンドを備え、同各ハンドは複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボットハンドの把持方法であって、前記ハンド先端を広げた状態で前記把持対象物を一方のハンド内側へ当接させる場合でも；前記一方のハンドの当接した指部内側の面をハンド中心軸線と直交する方向へ平行移動させることにより前記把持対象物を前記直交方向へそのままの姿勢で移動させ；前記把持対象物の中心部をほぼ前記ハンド中心線上に位置させ；その後前記両ハンドの各指部を内側へ屈曲させて前記把持対象物を挟んで把持することを特徴とするロボットハンドによる把持方法。

【0010】（2）前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面を有し、前記ハンドは同ハンドレールの楕円状曲面に当接することを特徴とする（1）記載のロボットハンドによる把持方法。

【0011】（3）前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は円形状であることを特徴とする（1）記載のロボットハンドによる把持方法。

【0012】（4）前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は四角形状であることを特徴とする（1）記載のロボットハンドによる把持方法。

【0013】（5）前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面を有し、同楕円状曲面の上端又は下端、或いは上端及び下端の両方に切り欠きを有し、前記ハンドは同ハンドレールの楕円状曲面に当接することを特徴とする（1）記載のロボットハンドによる把持方法。

【0014】（6）前記把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は円形状曲面を有し、同円形状曲面の上端又は下端、或いは上端及び下端の両方に切り欠きを有し、前記ハンドは同ハンドレールの円形状曲面に当接することを特徴とする（1）記載のロボットハンドによる把持方法。

【0015】（7）対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数のハンドを備え、同ハンドは複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の対向する内側の面は滑らかな曲面を形成するように切欠かれていることを特徴とするロボット把持機構。

【0016】(8)前記指部のうち基部側の指部内側には、前記曲面を設けずに直線状の平面を形成していることを特徴とする(7)記載のロボット把持機構。

【0017】(9)前記指部の断面は四角形状であることを特徴とする(7)又は(8)記載のロボット把持機構。

【0018】(10)前記指部の断面形状は円形状であることを特徴とする(7)又は(8)記載のロボット把持機構。

【0019】(11)対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の内側にはそれぞれ表面材料が取付けられ、同表面材料の摩擦係数は、先端の指部が同指部基材の摩擦係数よりも大きく、その他の指部は同指部基材の摩擦係数よりも小さいことを特徴とするロボット把持機構。

【0020】(12)前記各表面材料は各指部内側へ着脱可能に取付けられていることを特徴とする(11)記載のロボット把持機構。

【0021】(13)前記(11)又は(12)記載のロボット把持機構で把持する把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は楕円状曲面、楕円状曲面上端又は下端、或いは上下両端に切り欠きを有することを特徴とする把持対象レール。

【0022】(14)前記(11)又は(12)記載のロボット把持機構で把持する把持対象物はハンドレールであり、同ハンドレールの断面は四角形状であることを特徴とする把持対象レール。

【0023】(15)対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の周囲表面にはそれぞれ材質の異なる複数の表面材料を周方向に区分して全周囲を覆って取付け、前記各指部にはそれぞれ各指部を軸中心に回転させる駆動機構を備えて構成され、前記各駆動機構で前記各指部を駆動することにより前記各指部の所定の表面材料を選択し把持部の内側に配置可能とすることを特徴とするロボット把持機構。

【0024】(16)対向して配置され把持対象物を挟んで把持する複数の把持部を備え、各把持部は複数の指部を屈曲自在に連結して構成されたロボット把持機構において、前記各指部の周囲表面にはそれぞれ材質の異なる複数の表面材料を周方向に区分して全周囲を覆って取付け、前記各指部のうち基部側に連結された指部にのみ同指部を軸中心に回転させる駆動機構を備えて構成され、前記駆動機構を駆動することにより前記基部側の指部と共に同指部に連結された他の指部も同時に回転させ所定の表面材料を選択し把持部の内側に配置可能とすることを特徴とするロボット把持機構。

【0025】(17)前記各指部の断面形状は円形状又は楕円形状であることを特徴とする(15)又は(16)記載のロボット把持機構。

【0026】(18)前記各指部の断面形状は四角形状であることを特徴とする(15)又は(16)記載のロボット把持機構。

【0027】(19)前記各複数の指部の断面形状は四角形状、円形状及び楕円形状の組合せであることを特徴とする(15)又は(16)記載のロボット把持機構。

【0028】(20)前記駆動機構は前記各指部のうち、必要な指部を選択し、選択した指部に対応する駆動機構のみを駆動可能とすることを特徴とする(15)記載のロボット把持機構。

【0029】本発明の(1)においては、ハンドの一方の内側に把持対象物を当接し、ハンドの把持対象物が当接している指部の内側の面をハンド中心軸線と直交する方向へ平行移動させ、把持対象物を直交方向へ押し、同把持対象物の中心部をほぼハンド中心軸線上に位置するように移動させる。その後、両ハンドの各指部を内側へ屈曲させて前記把持対象物を挟んで把持するので、両ハンドと把持対象物への把持が円滑になされ、無理な摩擦や衝撃が小さくなり、把持対象物への損傷やハンド自身の破損も防止することができる。

【0030】本発明の(2)では、ハンドレールの断面形状が楕円形状を有し、ハンドとの当接部が楕円曲面でなされるので、ハンドの指部内側へ沿ってハンドレールが滑りやすく移動が容易となる。又、把持部で楕円曲面の部分を挟み込むことができるので、突起部もなく、かつハンドレールはハンド中心軸線上位置調整されていることもあり、無理な摩擦力や衝撃もないのでハンドレールは勿論、ハンド自身も損傷することがない。

【0031】本発明の(3)では、ハンドレールの断面が円形状であり、楕円形状と同じく、突起部がなく滑らかな曲面であり、かつハンドレールはハンド中心軸線上に位置調整されているので、把持の際に無理な摩擦力や衝撃もなく、ハンドレールやハンドも損傷することがない。又、本発明の(4)では、ハンドレールが四角形状であっても、ハンドレールがハンドの中心軸線上に位置してから両ハンドの指部を屈曲して把持するので当接時の衝撃は小さくなり、ハンドレールは勿論、ハンド自身にも傷が付くことが防止される。

【0032】本発明の(5)ではハンドレールの断面形状が楕円形状、(6)では円形状であり、それぞれ上端、下端の一方又は両方が切り欠かれているので、ハンドレールの曲面をハンド内側へ当接し易くなる。

【0033】本発明の(7)においては、対向する把持部の各指部の内側には滑らかな曲面の切欠きが設けられているので、把持部間に挿入されたハンドレール、等の把持対象物が各指部の曲面に沿って滑りながら容易に移動することができ、先端部より中央部へ位置させること

ができる。これにより把持対象物の把持部間での位置決めが容易となり、把持対象物又は指部に過度の摩擦や衝撃を加えることなく確実に把持対象物を把持することができる。

【0034】本発明の(8)では、指部のうち基部に連結する指部の内側には曲面を形成せず平坦な直線状の面であるので、把持部間に挿入されて基部側へ移動した把持対象物が、特に平面を有する形状の物体の場合には、基部側において指部内側の平面と物体が密着することにより、把持が確実になされる利点がある。

【0035】本発明の(9)では、指部の断面形状が四角形状、(10)の発明では円形状であり、いずれの場合でも、指部内側へ滑らかで横方向がフラットで、かつ軸方向で曲面を有する切欠きが形成されるので、上記(7)の発明と同様に把持部内での把持対象物が円滑に移動でき、把持対象物の確実な把持を可能とするロボット把持機構が構築できる。

【0036】本発明の(11)においては、把持部の各指部内側には表面材料が取り付けられており、表面材料の摩擦係数は先端指部が基材の摩擦係数よりも大きいので、把持部間に把持対象物を引っ掛けて巻き込み、取り込むことが容易となる。更に、把持部間に引き込まれた把持対象物は、その他の指部内側の表面材料の摩擦係数が基材よりも小さいので、より滑りやすくなり、指部内側に沿って滑りながら移動が容易となり、把持機構や把持対象物に傷を付けることなく、取込みが迅速になされ、把持が確実になされる。

【0037】本発明の(12)では、表面材料が各指部内側へ着脱可能に、例えばネジ等により取り付けられるので、材料の取替え、適切な材料の選定及びその取付けが容易となり、ロボット把持機構の機能が一層向上するものである。

【0038】本発明の(13)では、把持対象がハンドレールであり、その断面が楕円形状の曲面を有しており、上端、下端が切り欠かれているので、楕円曲面部分が把持部内へ取り込まれた後に指部に沿って滑りやすく、かつ移動が容易となり、ハンドレールや把持部が傷を付けることなく、取込みが迅速になされる。又、本発明の(14)では、ハンドレールの断面形状が四隅形状であっても、上記(11)の発明と同様に迅速な把持部への取込み、把持が確実になされる。

【0039】本発明の(15)においては、各指部の周囲表面は、材質の異なる表面材料で覆われているので、各指部を駆動装置で駆動し指部を軸中心に回転させることにより、適切な表面材料を把持部の内側に配置することができる。把持対象物は形状や大きさ、材質、等が種々異なっており、それぞれこれらを把持部で挟んで把持する場合に、把持対象物を回転させたり、ある程度の滑りが必要な場合や、強固に把持するために摩擦力の大きい把持面を必要とする場合、等さまざまなケースがあ

る。そこで、駆動機構により指部を回転させて把持対象物に適した指部の表面材料を把持部の内側へ配置し、把持が適切になされ、把持機構の信頼性が向上する。

【0040】本発明の(16)では駆動機構は基部に連結された指部のみに設けられており、一方の把持部と他方の把持部は、それぞれ1個の駆動機構でのみ回転させ、把持部全体の内側を把持対象物を把持するのに相応しい表面材料を配置することができ、簡略な機構と簡単な制御により把持が確実になされるものである。

【0041】本発明の(17)では指部の断面が円形状、(18)の発明では四角形状であり、又、(19)の発明では、これら円形、四角形、楕円形の組合せであり、どのような指部の断面形状でも、本発明では指部を軸中心に回転させ、把持対象物に適した把持部の表面材料を内側に配置することができ、把持機構の応用範囲が広まるものである。

【0042】本発明の(20)では、指部を回転する駆動機構は、選択して必要な個所の指部のみ回転させて、把持対象物の大きさ、形状、材質、等に応じて必要な個所のみ駆動すれば良く、きめ細かな制御が可能となり把持機構の信頼性が一層向上するものである。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明の把持方法を適用するロボット把持機構(ハンド)を示す正面図である。図において、24は基部であり、宇宙空間で移動する作業ロボット、宇宙空間で飛行するロボット、或いは水中で作業するロボット、地上での各種作業ロボット等あらゆるロボットのアーム先端に取付けられ、把持機構20の基部となるものである。把持機構20は、図示の例では先端指部21a、指部22a、指部23aをそれぞれ屈曲可能に連結した一方の把持部と、同様に先端指部21b、指部22b、指部23bを屈曲可能に連結した他方の把持部で構成され、これら2本の把持部間で、後述するように把持対象のハンドレール等を挟んで把持する構成である。なお、把持部は左右の2本の構成のみならず、後述する図6に示すように、それぞれ複数本の把持部を対向させて配置したハンドでも良いことは勿論である。

【0044】図2は把持機構20が把持するハンドレールを示し、(a)が側面図、(b)、(c)、(d)は(a)におけるA-A断面図であり、それぞれ異なった断面形状のハンドレールの断面形状である。図2(a)において、宇宙ステーションのモジュール本体100にはハンドレール103が両端が支持されて取付けられており、ロボットは多機能アーム先端の把持機構20により、このハンドレール103を把持して移動することができる。そのレールの断面は、図2(b)は楕円形状、(c)は四角形状、(d)は円形状のものを示している。ハンドレール103の断面形状は基本的には、どの

ような形状でも良いが把持機構20が挟み込んで把持するためには、(b)の楕円形状が最も好ましい形状である。

【0045】図2(b)において、ハンドレール103aの断面は楕円形状の長軸方向の上端、下端を平行に切り欠いて切欠部28a、28bを設けた形状である。

又、図2(c)は正方形の四角形状103b、図2

(d)は円形状103cのものであり、どのような形状でも良いが、把持機構20で把持する場合には(b)の楕円形状103aのものが最も好ましい。なお、(b)の上端、下端の切り欠きはいずれか一方でも良いが、両方に設けたほうが好ましい。又、(d)の円形断面のものでも(b)と同じく、上端、下端のいずれか一方、又は両方に切り欠きを設けても良い。

【0046】図3は本発明の実施の第1形態に係るロボットハンドによる把持方法の手順を示す図であり、図1に示す把持機構(ハンド)により、図2で説明したハンドレール103aを把持する場合の例である。図3

(a)において、把持機構20は両把持部を広げ、まずハンドレール103aを両把持部間に、先端指部21bの屈曲動作P<sub>1</sub>により引っ掛けて引き込む。次に図3

(b)のように、指部22bにハンドレール103aの楕円曲面を当接させて水平方向へ移動動作P<sub>2</sub>を行わせるため、指部23bを回転させ、更に、先端指部21bを屈曲動作P<sub>3</sub>により内側へ屈曲させる。

【0047】上記の動作により、把持部間に引き込まれたハンドレール103aは、把持部間の中心へ水平移動すると共に、下方の基部24側へ向かって下降移動する。次に、図3(c)において、把持部の中心軸線上の位置へ向かって指部22bを更に移動動作P<sub>4</sub>を行い、ハンドレール103aを両把持部のほぼ中心軸線上に位置させる。次に図3(d)において、指部21a、22a、23aからなる把持部も屈曲動作P<sub>6</sub>をさせると共に、指部21b、22b、23bからなる把持部も屈曲動作P<sub>5</sub>を行い、両把持部間の中心位置でハンドレール103の両楕円曲面を挟み込んで押圧して把持する。

【0048】又、図3(d)の状態のままで把持しても良いが、ハンドレール103aの形状の大小に応じて、図3(e)のようにハンドレール103aを更に基部24側へ移動させ、指部21b、22b、23bからなる把持部を屈曲動作P<sub>7</sub>をさせ、指部21a、22a、23aからなる把持部を屈曲動作P<sub>8</sub>をさせることにより、ハンドレール103aを基部24と一方の把持部とで包み込んで把持するようにしても良い。

【0049】上記に説明の実施の第1形態のロボットハンドによる把持方法によれば、両把持部間に屈曲動作P<sub>1</sub>でハンドレール103aを引き込み、一方の把持部を楕円曲面に接触させ、移動動作P<sub>2</sub>でハンドレール103aを平行に横移動させると共に屈曲動作P<sub>3</sub>で下降させて両把持部間の中心軸線位置へハンドレール103a

を移動させ、更に移動動作P<sub>4</sub>でほぼ中心位置へ移動させ、両把持部を屈曲動作P<sub>5</sub>、P<sub>6</sub>を行わせるか、或いは一方の把持部のみ屈曲動作P<sub>8</sub>を行わせて、ハンドレール103aを両把持部で挟んで把持する。

【0050】上記の把持方法を採用することにより、把持部の各指部21a、21b、22a、22b及び23a、23bがハンドレール103aの楕円曲面に接し、両者が滑らかに滑動して把持部間の移動が容易となり、更に、把持部でハンドレール103aを、そのままの姿勢を保って水平移動させ中心位置へ移動することができるので、把持部を屈曲させて把持する動作も抵抗なく円滑になされる。従って、ハンドレール103aと各指部との過度な摩擦や、角部の衝突も少なくなり、ハンドレール103aと把持部が傷付くのが防止される。

【0051】なお、上記の例では、ハンドレール103aと把持機構20とは、相対的に移動するものであるが、実際はハンドレール103aは宇宙ステーションの有人モジュールに取付けられているので、ハンドレール103aに対して把持機構20が移動して上記に説明した位置を保つようにする。

【0052】図4は本発明の実施の第2形態に係るロボットハンドによる把持方法を示す図であり、円形断面のハンドレールを把持する例である。図4(a)において、一方の把持部の先端指部21bを屈曲動作P<sub>1</sub>を行い、両把持部間にハンドレール103bを取り込む。次に、図4(b)において、一方の把持部の指部22bと23bとを作動させて移動動作P<sub>2</sub>を行い、取り込んだハンドレール103bを水平方向へ移動させて両把持部間のほぼ中心軸線上へ位置させ、その後、指部21bを屈曲動作P<sub>3</sub>で下降させる。図4(c)において、両把持部の各指部を屈曲動作P<sub>4</sub>、P<sub>5</sub>をさせてハンドレール103bを包み込んで円形断面のハンドレール103bを確実に把持する。

【0053】上記の実施の第2形態においても、一方の把持部で屈曲動作P<sub>1</sub>によりハンドレール103bを両把持部間に取込み、一方の把持部を移動動作P<sub>2</sub>により水平方向へ平行移動させてハンドレール103bをほぼ中心軸線上に位置させ、更に両把持部の屈曲動作P<sub>4</sub>、P<sub>5</sub>を行わせてハンドレール103bを包み込んで把持するので、両把持部間への中心軸線上の位置への移動が円滑になされ、ハンドレール103bと各指部との過度な摩擦や衝突も少なくなり、ハンドレール103bと把持部が傷が付くのが防止される。

【0054】図5は本発明の実施の第3形態に係るロボットハンドによる把持方法を示す図であり、四角形断面のハンドレールを把持する例である。図5(a)において、一方の把持部の先端指部21bを屈曲動作P<sub>1</sub>を行い、両把持部間にハンドレール103cを取り込む。次に、図5(b)において、一方の把持部の指部22bと23bとを作動させて移動動作P<sub>2</sub>を行い、取り込んだ



ハンドレール 103c を水平方向へ平行移動させて両把持部のほぼ中心軸線上位置へ移動させ、その後、指部 21b を屈曲動作させて下降させ位置調整する。

【0055】図 5 (c) において、両把持部の各指部を屈曲動作  $P_4$ 、 $P_5$  を行わせてハンドレール 103c を両把持部で包み込み、四角形状のハンドレール 103c を把持することができる。

【0056】上記の実施の第 3 形態においても、四角断面形状のハンドレール 103c であっても、ハンドレール 103c を一方の把持部の先端指部 21b の屈曲動作  $P_1$  により両把持部間にハンドレール 103c を取込み、更に、一方の把持部の水平方向の移動動作  $P_2$ 、先端指部の屈曲動作  $P_3$  によってほぼ中心軸線上位置へ移動させ、両把持部の屈曲動作  $P_4$ 、 $P_5$  を行わせてハンドレールを把持する。

【0057】上記方法によって、ハンドレール 103c を両把持部のほぼ中心軸線上位置へ確実に移動させ、その後、両把持部により両側を挟み込むので、四角形状の隅部が存在しても過度の押圧力や、一方の側へ不均一な力が加わることなく、ハンドレール 103c 又は把持部への損傷を防ぐことができる。

【0058】図 6 は本発明の実施の第 1～第 3 形態の把持方法を適用する複数本 (図示の例では 2 本) の把持部を対向させて構成した把持機構を示し、このようなロボット把持機構においても図 1～図 5 に示した本発明の方法が適用されることは勿論である。

【0059】図 7 は本発明の実施の第 4 形態に係るロボット把持機構 (ハンド) を示し、(a) は正面図、(b)、(c) は指部の斜視図である。図において、24 は基部であり、宇宙空間を移動する作業ロボット、宇宙を飛行するロボット、或いは水中での作業ロボット、地上での各種作業ロボット等のあらゆるロボットのアーム先端に取付けられ、把持機構 20 の基部となるものである。把持機構 20 は、図示の例では先端指部 21a、指部 22a、指部 23a をそれぞれ屈曲可能に連結した一方の把持部と、同様に先端指部 21b、指部 22b、指部 23b を屈曲可能に連結した他方の把持部で構成され、これら 2 本の把持部間で、後述するように把持対象のハンドレール等を挟んで把持する構成である。なお、把持部は左右の 2 本の構成のみならず、それぞれ複数本の把持部を対向させて配置したハンドでも良いことは勿論である。

【0060】指部 22a、22b、23a、23b の内側は、(b)、(c) にも示すように滑らかな円弧状の面を有する曲面 50 が形成されている。(b) は指部の断面が四角形状、(c) は断面が円形状のものを示し、いずれの場合も曲面 50 は横方向は同一のフラットな平面で、軸方向には凹状で滑らかな円弧状の曲面 50 が形成されている。この曲面は円形状、楕円形状、その他任意の滑らかで一様な曲面であれば、どのような曲面でも

良いものである。

【0061】図 8 は本発明の実施の第 4 形態に係るロボット把持機構により円形断面のハンドレールを把持する場合の作用を説明する図である。(a) において、把持機構 20 は両把持部を広げ、まずハンドレール 103 を両把持部間に、先端指部 21b の屈曲動作  $P_1$  により引っ掛けて引き込む。次に (b) のように、先端指部 21b を、更に屈曲動作  $P_2$  をすることによりハンドレール 103 を内側へ送り、ハンドレール 103 は、円形周面が指部 22b の曲面 50 に沿って基部 24 へ向かって移動する。

【0062】次に、(c) のように、ハンドレール 103 は指部 22b の曲面 50 から指部 23b の曲面 50 に沿って基部 24 の中央部へ移動する。(d) において、ハンドレール 103 が基部 24 に到達すると、屈曲動作  $P_3$ 、 $P_4$  により各指部を連結部で内側へ向かって屈曲させ、指部 23a、23b の両曲面 50 で円形断面のハンドレール 103 を包み込むように挟み込んで把持する。又は、(e) に示すように、1 つの把持部の指部 22b、23b の曲面 50 と先端指部 21b とでハンドレール 103 を包み込むように把持しても良い。

【0063】なお、上記の例では、ハンドレール 103 と把持機構 20 とは、相対的に移動するものであるが、実際はハンドレール 103 は宇宙ステーションの有人モジュールに取付けられているので、ハンドレール 103 に対して把持機構 20 が移動して上記に説明した位置を保つようにする。又、ハンドレールのみならず、他の構造物の突起部やボルト等も同様に把持することもでき、機器や部品類も把持することができる。

【0064】図 9 は本発明の実施の第 4 形態に係るロボット把持機構により四角形状のハンドレールを把持した場合の作用を説明する図である。(a) において、把持機構 20 は、両把持部を広げ、まずハンドレール 103a を両把持部間に、先端指部 21b の屈曲動作  $P_1$  により引っ掛けて引き込む。次に、(b) のように、先端指部 21b を、更に、屈曲動作  $P_2$  を行うことによりハンドレール 103a を内側へ送り、ハンドレール 103a の平面は指部 22b の曲面 50 に滑らかに沿って基部 24 へ向かって移動する。

【0065】次に、(c) のように、更に先端指部 21b の屈曲動作  $P_3$  によりハンドレール 103a は指部 22b の曲面 50 から指部 23b の曲面 50 に沿って基部 24 の中央部へ移動する。(d) において、ハンドレール 103a がそのままの姿勢で基部 24 の中央部へ到達すると、屈曲動作  $P_4$  により指部 22b、23b の曲面 50 内に 4 個の隅部の 2 つが当接し、又、指部 23a の曲面 50 と基部 24 とにより残りの 2 つの隅部が当接し、ハンドレール 103a を包み込んで把持することができる。

【0066】上記に説明のように、本実施の第 4 形態に

おけるロボット把持機構によれば、指部 22a, 22b 及び 23a, 23b の内側に滑らかな曲面 50 を形成し、ハンドレール 103, 103a、等の把持対象物を曲面 50 に沿って滑らせ、把持する構成としたので、滑らかな曲面 50 と把持対象物とは円滑な摺動がなされ、把持部を屈曲させて把持する動作も抵抗なく円滑になされる。従って、ハンドレール 103, 103a 等の把持対象物と各指部との過度な摩擦や、隅部との衝突も少なくなり、ハンドレール 103, 103a、等と把持部が傷付くのが防止される。

【0067】図 10 は本発明の実施の第 5 形態に係るロボット把持機構の正面図である。本実施の第 2 形態においては、指部の内側の滑らかな曲面 50 を中間の指部 22a, 22b にのみ設け、基部 24 に連結される指部 23a, 23b には設けず、この指部 23a, 23b の内側はフラットの面のままとしたものであり、その他の構造は図 7 に示す実施の第 4 形態と同じである。

【0068】本実施の第 5 形態においては、把持対象物を把持する作用は、図 8, 図 9 に示す実施の第 4 形態のものと同じであり、特に本実施の第 5 形態では把持対象物が四角形状やその他の平面を有する形状の場合では、基部 24 側の指部 23a, 23b の内側平面と把持対象物の平面とが密着して当接し、把持しやすいようにしたものである。このような構造の実施の第 2 形態でも、中間の指部 22a, 22b の曲面 50 によって把持対象物を滑動しやすくして基部 24 側への移動を容易とし、実施の第 1 形態のものと同様の効果が得られるものである。

【0069】図 11 は本発明の実施の第 5 形態におけるロボット把持機構で各種の大きさの異なる把持対象物を把持する場合の例を示す図で、断面形状が四角形状の把持対象物を把持する例であり、(a) は把持部と比べて比較的中程度の大きさ、(b) は比較的大きなもの、(c) は小さい形状のものを、それぞれ示している。

【0070】(a) においては、先端指部 21a、指部 22a, 23a により把持対象物 103b を包み込むように把持し、把持に際しては指部 23a の内側直線部 A を把持対象物の直線部の面に密着させて把持しているので把持が確実になされる。又、(b) においては、把持対象物 103c が比較的大きな形状であるので、指部 23b の内側直線部 B に把持対象物 103c の直線部の面の一部を密着して当接させ、指部 22b と指部 23a 及び先端指部 21a とで全体を包み込むようにして把持対象物を確実に把持することができる。

【0071】又、(c) においては、把持対象物 103d が比較的小さな形状であり、指部 23b の内側直線部 C と把持対象物 103d の直線部とを密着して当接させ、指部 22b、先端指部 21b とで全体を包み込み、更に外側から指部 23a, 22a、先端指部 21a とで包み込むようにして把持対象物 103d を把持してい

る。このように、把持対象物の大きさが 103b, 103c, 103d のように異なっても直線部の面を有する形状であれば指部の内側の直線部 A, B, C を把持対象物へ密着して当接させることにより確実に把持することが可能となる。

【0072】図 12 は本発明の実施の第 6 形態に係るロボット把持機構を示し、(a) は正面図、(b) は

(a) における B-B 断面図、(c) は (a) における C-C 断面図である。図 12 (a) において、24 は基部であり、宇宙空間を移動する各種作業ロボット、宇宙空間を飛行するロボット、水中で作業するロボット、或いは地上での各種ロボットのアーム先端に取付けられ、把持機構 20 全体を支持している。把持機構 20 は、図示の例では先端指部 21a、指部 22a、指部 23a を屈曲可能に連結した一方の把持部と、同様に先端指部 21b、指部 22b、指部 23b を屈曲可能に連結してなる他方の把持部で構成され、2 本の把持部間で後述するように把持対象のハンドレール等を挟んで把持する構成である。なお、把持部は左右で 2 本の構成のみならず、それぞれ 2 本又はそれ以上の複数本の把持部を対向して配置した構成でも良いことは勿論である。

【0073】先端指部 21a, 21b の内側には図 12 (b) にも示すように、摩擦係数が指部 21a, 21b のものより比較的に大きい表面材料 25a, 25b が取付けられており、又、指部 22a, 22b 及び 23a, 23b には、図 12 (c) にも示すように指部 22, 23 よりも摩擦係数の小さい表面材料 26a, 27a 及び 26b, 27b がそれぞれ取付けられている。把持機構 20 は、このような屈曲可能な 2 本の把持部を操作することにより、ハンドレール 103a に接近し、2 本の把持部間にハンドレール 103a を挿入して取込み、後述するように挟み込んで把持するものである。

【0074】図 13 は本発明の実施の第 6 形態における把持機構 20 による楕円形状のハンドレール 103a を把持する場合の作用を示す図で、(a) は 2 本の把持部を開いてロボットのアーム先端をハンドレール 103a に接近させ、把持部間にハンドレール 103a を挿入するように多機能アーム先端のロボット把持機構を移動する。

【0075】図 13 (b) において、一方の把持部先端の先端指部 21a を操作してハンドレール 103a に引っ掛け、その状態でハンドレール 103a が 2 本の把持部間に挿入されるように先端指部 21a を屈曲して把持機構 20 とハンドレール 103a とを相対的に移動させる。ロボット本体は、この動きにより、ハンドレール 103a が 2 本の把持部間の基部 24 側に位置するように (図中二点鎖線の 103a' 参照)、指部 22a, 23a の内側とハンドレール 103a が滑りながら互いに移動する。

【0076】次に図 13 (c) において、ハンドレール

103aの曲面と指部22a内側が互いに滑りながら移動し、指部23aに沿ってハンドレール103aが基部24に到達するように指部22a、22b、23a、23bを挟め、ハンドレール103aの両曲面が指部23a、23bの内側面によって完全に把持され、これによって、ロボット本体を安定して支持させることができる。

【0077】上記の作用において、ハンドレール103aは、まず先端指部21a、21bの内側は比較的摩擦係数の大きな表面材料25a、25bが取付けられているので、摩擦により容易に先端指部21a、又は21bに引っ掛けられて内側へ相対的な移動をすることができる。その後は指部22a、22b内側とハンドレール103aの楕円曲面とが接し、指部22a、23a及び22b、23bの内側は摩擦係数の小さな表面材料26a、26b、27a、27bが取付けられているので、指部22a、22b、23a、23bとハンドレール103aの楕円曲面とは互いに滑りやすく、容易に基部24側へハンドレール103aを相対的に移動させることができ、ハンドレール103aや指部21～23を傷付

けることがない。  
【0078】従って、ハンドレール103aと2本の把持部間の移動、位置決めが迅速、かつ容易になされ、把持機構20による確実なハンドレール103aの把持が互いに傷付けることなくなされる。なお、図示していないが、円形断面のハンドレール103bにおいても、上記と同様な作用により把持機構20による把持がなされるが、図13(c)のようにハンドレールを確実に把持し、ロボットを支持する点では、楕円形状のハンドレール103aの方がより確実な効果がある。

【0079】図14は本発明の実施の第7形態に係るロボット把持機構の作用を説明する図である。本実施の第7形態においては、ロボットの把持機構20は実施の第6形態と同じであるが、ハンドレールのみを四角形状のハンドレール103cを採用したものであり、その他の構成は実施の第6形態のものと同一である。

【0080】図14(a)において、2本の把持部を開いた状態でロボットアーム先端をハンドレール103cに接近させ、把持部間にハンドレール103cを挿入する位置へ把持機構20を接近させる。次に、図14(b)に示すように、一方の先端指部を操作してハンドレール103cに引っ掛け、その状態でハンドレール103cが2本の把持部間で下方へ相対的に移動するように先端指部21aを屈曲させる。

【0081】ハンドレール103cと指部22a、23a内側とは互いに滑りながら移動し、ロボット本体は、この動きにより、ハンドレール103cが2本の把持部間で基部24側へ移動するように(図中二点鎖線103c'参照)指部22a、23a内側とハンドレール103cとが滑りながら移動し、ハンドレール103cの正確

な位置決めがなされる。

【0082】次に、図14(c)に示すように、指部22aと22b及び23aと23bとを挟めてゆき、ハンドレール103cを基部24側へ移動させ、指部23aと23b内側とでハンドレール103cの両側を把持する。これによりハンドレール103cは指部23a、23bの内側により完全に把持され、ロボット本体を安定して支持させることができる。

【0083】上記に説明の実施の第7形態においても、先端指部21a、21bの内側は摩擦係数の大きな表面材料25aが取付けられているので、摩擦により容易にハンドレール103cを引っ掛けて移動することができ、把持部とハンドレール103cを傷付けることなく、把持部間にハンドレール103cを引き込むことができる。又、指部22a、22b及び23a、23b内側には摩擦係数の小さい表面材料26a、27aが設けられているので、ハンドレール103cと指部内側とは容易に滑り、相対的な移動を容易とし、ハンドレール103cの把持機構20での把持を迅速、かつ正確に行うことができる。

【0084】図15は本発明の実施の第8形態に係るロボット把持機構を示し、(a)は側面図、(b)は(a)におけるD-D矢視図、(c)は(b)におけるE-E断面図である。図15(a)において、把持機構40は、図12に示す実施の第6形態の把持機構20と同じく先端指部21a、21b、指部22a、22b及び23a、23bからなる2本の屈曲可能な把持部を基部24に支持されて構成されている。

【0085】本実施の第8形態の把持機構40では、更に先端指部21a、21b内側の摩擦係数の大きな表面材料25a、25b、指部22a、22b内側の摩擦係数の小さな表面材料26a、26b、及び指部23a、23b内側の表面材料27a、27bのそれぞれを、各指部内側にネジ30で取付けて着脱可能としたもので、その他の構造は図12に示す実施の第6形態と同じである。

【0086】図15(b)において、指部22a、23a内側の材料26a、27aは、それぞれネジ30で取付けられており、ネジ30は、図15(c)に示すように材料26aの表面が平坦になるように、材料26aの表面に皿もみ加工を施して表面を平坦にしている。

【0087】上記の実施の第8形態においても、先端指部21a、21bの内側は摩擦係数の大きな表面材料25aが取付けられているので、摩擦により容易にハンドレール103cを引っ掛けて移動することができ、把持部とハンドレール103cを傷付けることなく、把持部間にハンドレール103cを引き込むことができる。又、指部22a、22b及び23a、23b内側には摩擦係数の小さい表面材料26a、27aが設けられているので、ハンドレール103cと指部内側とは容易に滑り、相対的

な移動を容易とし、ハンドレール103の把持機構20での把持を迅速、かつ正確に行うことができる。

【0088】更に、本実施の第8形態においては、先端指部21a、21bの表面材料25a、25b、指部22a、22bの表面材料26a、26b、及び指部23a、23bの表面材料27a、27bを保守、点検時にネジ30を取り外すことにより新しい材料と取替えが可能となり、又、支持するハンドレールの形状により、その把持に最もふさわしい材料を選定して取替えることができる。

【0089】図16は本発明の実施の第9形態に係るロボット把持機構を示し、(a)は全体の正面図、(b)、(c)、(d)、(e)は(a)におけるF-F断面図であり、(a)、(b)は円形状、(c)、(d)は四角形状のものを示す。

【0090】(a)において、24は基部であり、宇宙空間を移動するロボット、宇宙空間を飛行するロボット、或いは水中での作業ロボット、地上での各種作業ロボット等のあらゆるロボットのアーム先端に取付けられ、把持機構20全体を支持している。把持機構20は、図示の例では先端指部21a、指部22a、指部23aを屈曲可能に連結した一方の把持部と、同様に先端指部21b、指部22b、指部23bを屈曲可能に連結してなる他方の把持部で構成される。これら先端指部及び指部は後述するように軸中心に回転可能であり、又、2本の把持部間で後述するように把持対象のハンドレール103等を挟んで把持する構成である。なお、把持部は左右で2本の構成のみならず、それぞれ複数本の把持部を対向して配置した構成でも良いことは勿論である。

【0091】(b)において、指部22bは表面に互いに異なる材質の表面材料22b-1、22b-2が全周を覆って取付けられている。取付方法はネジ止め、接着のいずれでも良い。例えば、表面材料22b-1は22b-2より摩擦係数が小さく、特定の把持対象物を把持する場合に比較的滑り易く、表面材料22b-2は滑りにくい材料である。この場合に特定の把持対象物を強固に把持し、簡単に離脱しないようにするためには、後述するように軸中心に回転させ適切な表面材料の面を内側の把持面とすることができる。その他の先端指部21a、21b、指部22a、23a、23bも同様な構造であり、(a)図においては、それぞれ各信号に-x (xは1又は2)を付して示している。

【0092】(c)は(b)の応用例であり、表面材料を22b-1、22b-2、22b-3と、それぞれ異なる材質の3種類で覆った例であり、3種類の表面材料の面を選択することができるものである。(d)、

(e)は把持部の指部を四角形状とした例であり、(d)は2種類の表面材料22b-1、22b-2を用いた例、(e)は22b-1、22b-2、22b-3、22b-4の4種類の表面材料を用いた例であり、

同様に回転させることにより特定の材料や形状の把持対象物を把持する場合に適切な把持面を選択できるものである。

【0093】なお、指部の断面形状は、円形状、四角形状の例で説明したが、楕円形状でも良く、又これら円形、四角形、楕円形状のものを、適宜選択して組合せ、複数本の把持部から構成するようにしても良い。

【0094】図17は回転機構を示す図で、(a)は一方の把持部の内部断面図、(b)は(a)におけるG-G断面図、(c)はH-H断面図である。(a)において指部22aは、一方の連結部に取付けられた取付部60、他方の連結部に取付けられた取付部31間に軸中心に回転可能な構造である。又、指部先端21a、21b、指部23a、23bも同様な構造である。

【0095】指部22aの一端(図中上端)には固定材64が固定され、その中心部には軸64aが取付けられ、軸64aには連結フランジ62が固定されている。連結フランジ62は取付部60内の部材60aに設けられた係合溝63内へ回転自在に挿入され取付部60に指部22aに係合させ、支持している。

【0096】指部22aの他端(図中下端)には固定材65が固定され、その中心部にはモータ軸71が取付けられ、モータ軸71は係合部72を介してモータ70に連結している。モータ70は取付部61内へ固定されており、そのモータ軸71は取付部61に取付けられた軸受66に回転自在に支持されている。

【0097】上記構成のように、指部22aは、一端が連結部に取付けられた取付部60に連結フランジ62により回転自在に連結され、他端も取付部61に固定されたモータ70のモータ軸71へ軸受66、係合部72を介して回転自在に連結されている。従って、モータ70を駆動することにより軸中心に回転可能となっており、指部22aの表面材料を必要に応じて適切なものを選択し、選択した表面材料の面を把持部の内側にセットすることができる。なお、指部23a、23b、先端指部21a、21bも同様な構造であるので、その説明は省略する。又、上記に説明の通り、一方の把持部で説明したが、対向する他方の把持部も同じ構造である。

【0098】図17(b)は一方の取付部60の断面図であり、図1で説明した円形状の例で、表面材料を省略して示している。図において、取付部60内部は部材60aが一体構造となっており、部材60aには円形の係合溝63が加工されており、係合溝63内には連結フランジ62が挿入されている状態を示している。

【0099】図17(c)は他方の取付部61の断面図であり、取付部61内の中心にはモータ軸71が配置され、モータ70に連結している状態を示している。なお図17では把持部は円形状の指部の例で説明したが、図16(d)、(e)に示す四角形状断面のものでも同様に回転可能な構造を採用することができる。

【0100】図18は上記に説明した実施の第9形態におけるモータの配置と制御系統を示し、(a)はモータの配置を、(b)は制御系統図を、それぞれ示す。

(a)において、モータ70は先端指部21a、21b用の70A、70B、指部22a、22b用の70C、70D、指部23a、23bの70E、70Fの6ユニットが配置されている。これらのモータ70A~70Fを制御することにより各指部を回転させ、図16(b)~(d)に示す複数の表面材料の適切なものを選択し、適切な面を把持部の内側へ配置させることができる。

【0101】図18(b)において、各6個のモータ70A~70Fは、モータ駆動回路80に接続され、入力装置81により駆動する構成である。モータ駆動回路80と入力装置81とはロボット本体に設けられており、入力装置81では、モータ70A~70Fのすべて、又は必要に応じて必要個所のモータを選択して必要な角度回転させる。このような制御により、把持機構で把持する対象物の材料や形状、大きさ、等により把持する場合に滑りの程度、把持する指部の場所、等を考慮し、必要個所のモータを入力装置81で指定して回転させ、適切な表面材料を把持部内側に配置することができる。

【0102】図19は上記に説明した実施の第9形態における把持機構で円形断面のハンドレールを把持する場合の一例を示す図である。図において、把持を行う前には上記に説明した要領で、入力装置81からの指令により必要個所の指部を回転させ、適切な表面材料を選択しておく。

【0103】図19は本発明の実施の第9形態に係るロボット把持機構による把持方法を示す図であり、円形断面のハンドレールを把持する例である。(a)において、一方の把持部の先端指部21bを屈曲動作P<sub>1</sub>を行い、両把持部間にハンドレール103を取り込む。次に、(b)において、一方の把持部の指部22bと23bとを作動させて移動動作P<sub>2</sub>を行い、取り込んだハンドレール103を水平方向へ移動させて両把持部間のほぼ中心軸線上へ位置させ、その後、指部21bを屈曲動作P<sub>3</sub>で下降させる。(c)において、両把持部の各指部を屈曲動作P<sub>4</sub>、P<sub>5</sub>をさせてハンドレール103bを包み込んで円形断面のハンドレール103bを確実に把持する。

【0104】上記の操作において、各指部22a、22b、23a、23b、先端指部21a、21bは内側の把持部に適切な表面材料が選択されているので、両把持部間への中心軸線上の位置への移動が円滑になされ、ハンドレール103と各指部との過度な摩擦や衝突も少なくなり、ハンドレール103と把持部が傷が付くのが防止される。

【0105】なお、上記の例では、ハンドレール103と把持機構20とは、相対的に移動するものであるが、実際はハンドレール103は宇宙ステーションの有人モ

ジュールに取付けられているので、ハンドレール103に対して把持機構20が移動して上記に説明した位置を保つようにする。

【0106】図20は本発明の実施の第10形態に係るロボット把持機構の正面図であり、本実施の第10形態においては、一方と他方の把持部は基部24側の連結部の取付部61にのみ、それぞれ1個のモータ70E、70Fを設けたもので、モータ70Eで先端指部21a、指部22a、23aからなる一方の把持部全体を回転させ、モータ70Fで先端指部21b、指部22b、23bからなる他方の把持部全体を回転させるようにしたのである。その他の構成は図16、図17に示す実施の第9形態と同じ構成であり、その制御系統も図18(b)のモータを70E、70Fとした以外は同じ機能を有するものである。

【0107】上記の実施の第10形態によれば、各先端指部、指部は一体となって回転し、それぞれ同一の表面材料を内側に配置でき、構造もモータが70E、70Fの2個と簡素化され、制御も簡単となり、実用性の高い把持機構が実現できるものである。

【0108】

【発明の効果】本発明のロボットハンドによる把持方法は、請求項に記載されたように、(1)から(20)の発明から構成される。本発明の(1)では、両ハンドと把持対象物への把持が円滑になされ、無理なく摩擦や衝撃が小さくなり、把持対象物への損傷やハンド自身の破損も防止することができる。

【0109】本発明の(2)では、ハンドレールの断面形状が楕円形状を有し、ハンドとの当接部が楕円曲面でなされるので、ハンドの指部内側へ沿ってハンドレールが滑りやすく移動が容易となる。又、把持部で楕円曲面の部分を含み込むことができるので、突起部もなく、かつハンドレールはハンド中心軸線上位置調整されていることもあり、無理な摩擦力や衝撃もないのでハンドレールは勿論、ハンド自身も損傷することがない。

【0110】本発明の(3)では、ハンドレールの断面が円形状であり、楕円形状と同じく、突起部がなく滑らかな曲面であり、かつハンドレールはハンド中心軸線上に位置調整されているので、把持の際に無理な摩擦力や衝撃もなく、ハンドレールやハンドも損傷することがない。又、本発明の(4)では、ハンドレールが四角形状であっても、ハンドレールがハンドの中心軸線上に位置してから両ハンドの指部を屈曲して把持するので当接時の衝撃は小さくなり、ハンドレールは勿論、ハンド自身にも傷が付くことが防止される。

【0111】本発明の(5)ではハンドレールの断面形状が楕円形状、(6)では円形状であり、それぞれ上端、下端の一方又は両方が切り欠かれているので、ハンドレールの曲面をハンド内側へ当接し易くなる。

【0112】本発明の(7)では、把持部間に挿入され

たハンドレール、等の把持対象物が各指部の曲面に沿って滑りながら容易に移動することができ、先端部より中央部へ位置させることができる。これにより把持対象物の把持部間での位置決めが容易となり、把持対象物又は指部に過度の摩擦や衝撃を加えることなく確実に把持対象物を把持することができる。

【0113】本発明の（８）では、指部のうち基部に連結する指部の内側には曲面を形成せず平坦な直線状の面であるので、特に、把持部間に挿入されて基部側へ移動した把持対象物が平面を有する形状の物体の場合には、基部側において指部内側の平面と物体が密着することにより、把持が確実になされる利点がある。

【0114】本発明の（９）では、指部の断面形状が四角形状、（１０）の発明では円形状であり、いずれの場合でも、指部内側へ滑らかで横方向がフラットで、かつ軸方向で曲面を有する切欠きが形成されるので、上記（７）の発明と同様に把持部内での把持対象物が円滑に移動でき、把持対象物の確実な把持を可能とするロボット把持機構が構築できる。

【0115】本発明の（１１）では、把持部の各指部内側には表面材料が取付けられており、表面材料の摩擦係数は先端指部が基材の摩擦係数よりも大きいので、把持部間に把持対象物を引っ掛けて巻き込み、取り込むことが容易となる。更に、把持部間に引き込まれた把持対象物は、その他の指部内側の表面材料の摩擦係数が基材よりも小さいので、より滑りやすくなり、指部内側に沿って滑りながら移動が容易となり、把持機構や把持対象物に傷を付けることなく、取込みが迅速になされ、把持が確実になされる。

【0116】本発明の（１２）では、表面材料が各指部内側へ着脱可能に、例えばネジ等により取付けられるので、材料の取替え、適切な材料の選定及びその取付けが容易となり、ロボット把持機構の機能が一層向上するものである。

【0117】本発明の（１３）では、把持対象がハンドレールであり、その断面が楕円形状の曲面を有しており、上端、下端が切り欠かれているので、楕円曲面部分が把持部内へ取り込まれた後に指部に沿って滑りやすく、かつ移動が容易となり、ハンドレールや把持部が傷を付けることなく、取込みが迅速になされる。又、本発明の（１４）では、ハンドレールの断面形状が四隅形状であっても、上記（１１）の発明と同様に迅速な把持部への取込み、把持が確実になされる。

【0118】本発明の（１５）では、各指部の駆動装置で駆動し指部を軸中心に回転させることにより、適切な表面材料を把持部の内側に配置することができる。把持対象物は形状や大きさ、材質、等が種々異なっており、それぞれこれらを把持部で挟んで把持する場合に、把持対象物を回転させたり、ある程度の滑りが必要な場合や、強固に把持するために摩擦力の大きい把持面を必要

とする場合、等さまざまなケースがある。そこで、駆動機構により指部を回転させて把持対象物に適した指部の表面材料を把持部の内側へ配置し、把持が適切になされ、把持機構の信頼性が向上する。

【0119】本発明の（１６）では駆動機構は基部に連結された指部のみに設けられており、一方の把持部と他方の把持部は、それぞれ１個の駆動機構でのみ回転させ、把持部全体の内側を把持対象物を把持するのに相応しい表面材料を配置することができ、簡略な機構と簡単な制御により把持が確実になされるものである。

【0120】本発明の（１７）では指部の断面が円形状、（１８）の発明では四角形状であり、又、（１９）の発明では、これら円形、四角形、楕円形の組合せであり、どのような指部の断面形状でも、本発明では指部を軸中心に回転させ、把持対象物に適した把持部の表面材料を内側に配置することができ、把持機構の応用範囲が広まるものである。本発明の（２０）では、指部を回転する駆動機構は、選択して必要な個所の指部のみ回転させて、把持対象物の大きさ、形状、材質、等に応じて必要な個所のみ駆動すれば良く、きめ細かな制御が可能となり把持機構の信頼性が一層向上するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の第１形態に係るロボットハンドの構成を示す正面図である。

【図２】本発明の実施の第１～第３形態に係るロボットハンドにより把持するハンドレールを示し、（ａ）は側面図、（ｂ）は（ａ）におけるＡ－Ａ断面図であり、（ｃ）、（ｄ）は（ｂ）の断面の変形例を示す。

【図３】本発明の実施の第１形態に係るロボットハンドによる把持方法を示し、（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）、（ｅ）はその手順を示す。

【図４】本発明の実施の第２形態に係るロボットハンドによる把持方法を示し、（ａ）、（ｂ）、（ｃ）はその手順を示す。

【図５】本発明の実施の第３形態に係るロボットハンドによる把持方法を示し、（ａ）、（ｂ）、（ｃ）はその手順を示す。

【図６】本発明の実施の第１～第３形態の把持方法を適用する複数本の把持部を有するロボット把持機構の斜視図である。

【図７】本発明の実施の第４形態に係るロボット把持機構を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）、（ｃ）は指部の斜視図で、（ｂ）は断面形状が四角、（ｃ）は円形の例である。

【図８】本発明の実施の第４形態に係るロボット把持機構で円形断面のハンドレールを把持する場合の作用を示す図で、（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）、（ｅ）は、それぞれ把持の手順を示す。

【図９】本発明の実施の第４形態に係るロボット把持機構で四角形状のハンドレールを把持する場合の作用を示



す図で、(a)、(b)、(c)、(d)は、それぞれ把持の手順を示す。

【図10】本発明の実施の第5形態に係るロボット把持機構の正面図である。

【図11】本発明の実施の第5形態に係るロボット把持機構で各種大きさの把持対象物を把持する場合の作用を説明する図で、(a)は中程度のもの、(b)は大きなもの、(d)は小さな形状のもの、をそれぞれ示す。

【図12】本発明の実施の第6形態に係るロボット把持機構を示し、(a)は機構全体の正面図、(b)は(a)におけるB-B断面図、(c)は(a)におけるC-C断面図である。

【図13】本発明の実施の第6形態に係るロボット把持機構及びその把持対象レールを示し、(a)、(b)、(c)はレールを把持する場合の手順を示す。

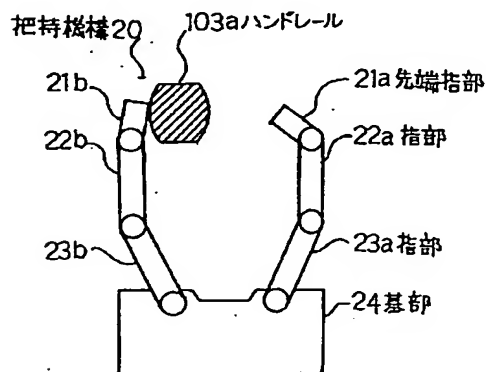
【図14】本発明の実施の第7形態に係るロボット把持機構及びその把持対象レールを示し、(a)、(b)、(c)はレールを把持する場合の手順を示す。

【図15】本発明の実施の第8形態に係るロボット把持機構を示し、(a)は機構全体の側面図、(b)は(a)におけるD-D矢視図、(c)は(b)におけるE-E断面図である。

【図16】本発明の実施の第9形態に係るロボット把持機構を示し、(a)は正面図、(b)、(c)、(d)、(e)は(a)におけるF-F断面図であり、(b)、(c)が円形状断面のもの、(d)、(e)が四角形状の断面を、それぞれ示す。

【図17】本発明の実施の第9形態に係るロボット把持機構の詳細な構造を示し、(a)は回転機構の断面図、(b)は(a)のG-G断面図、(c)はH-H断面図である。

【図1】



【図18】本発明の実施の第9形態のモータ制御系を示し、(a)はモータの配置図、(b)は制御系統図である。

【図19】本発明の実施の第9形態に係る把持機構の手順を示す図で、(a)、(b)、(c)はそれぞれの工程を示す図である。

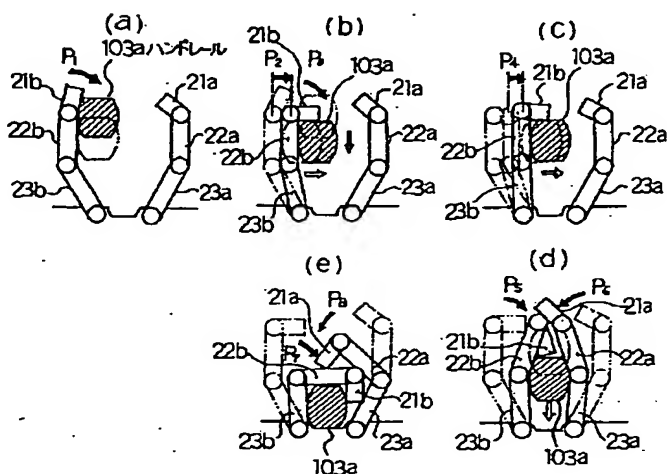
【図20】本発明の実施の第10形態に係るロボット把持機構のモータ配置を示す図である。

【図21】宇宙ステーションの有人モジュール船内の構造を示す斜視図である。

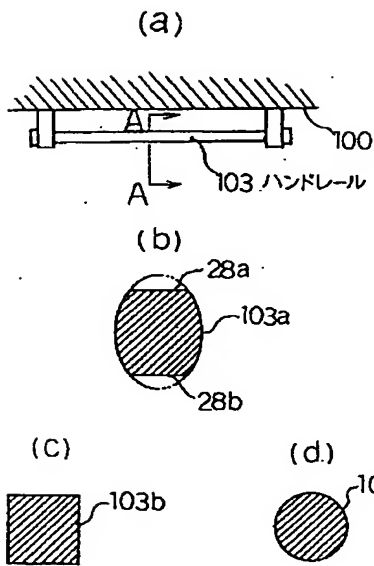
## 【符号の説明】

20, 40	把持機構
21a, 21b	先端指部
22a, 22b	指部
23a, 23b	指部
24	基部
25a, 25b, 26a, 26b, 27a, 27b	表面材料
30	ネジ
50	曲面
60, 61	取付部
62	連結フランジ
63	係合溝
64, 65	固定材
66	軸受
70	モータ
71	モータ軸
72	係合部
80	モータ駆動回路
81	入力装置
103a, 103b, 103c	ハンドレール

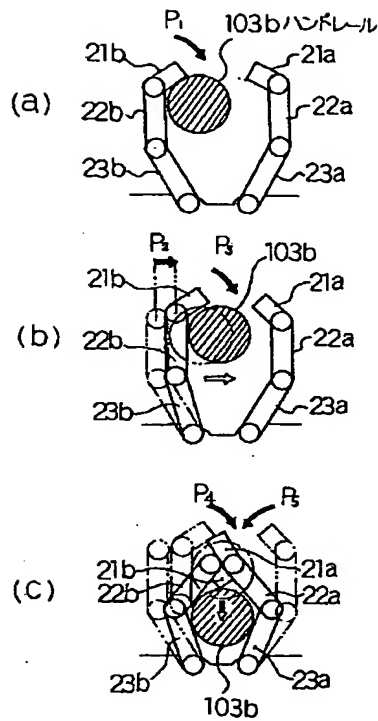
【図3】



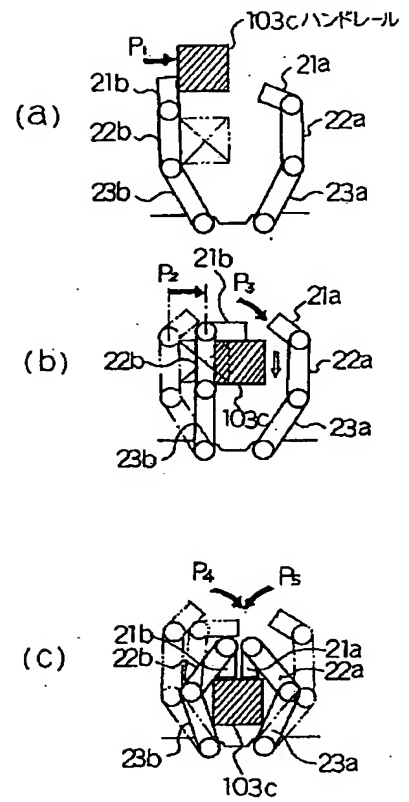
【図2】



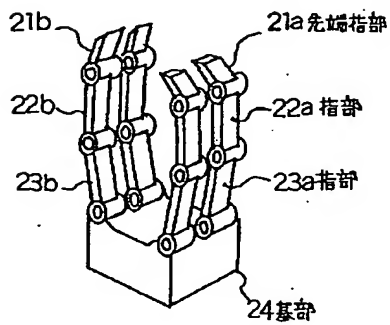
【図4】



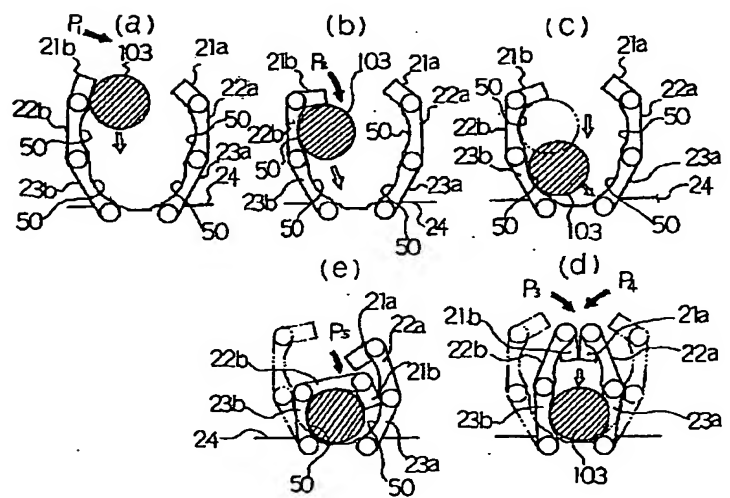
【図5】



【図6】

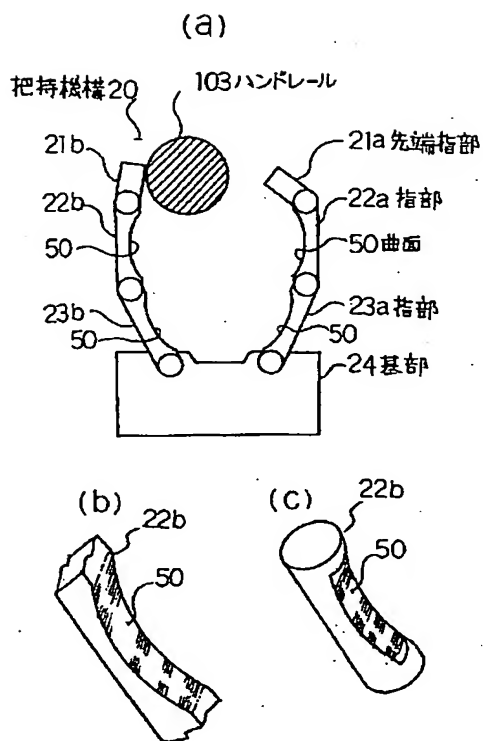


【図8】

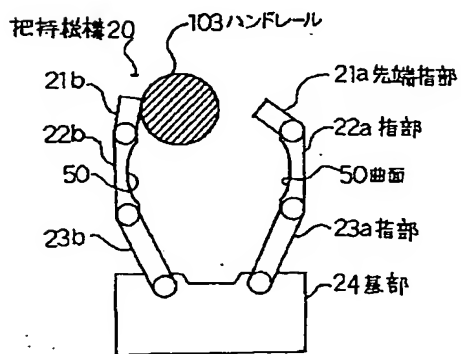




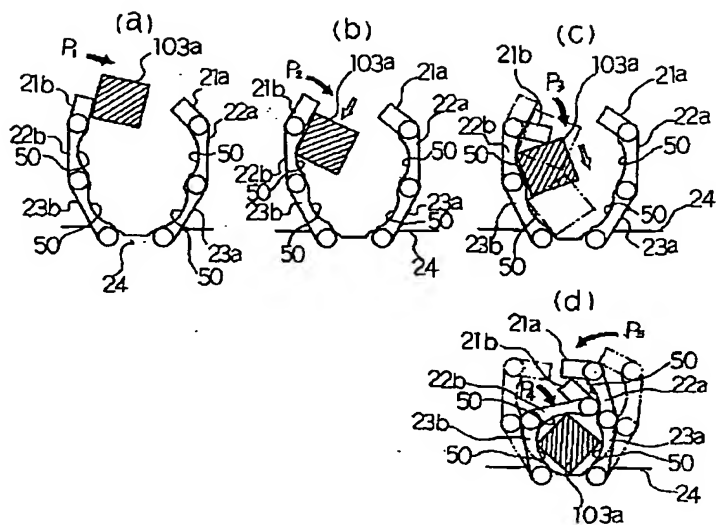
【図7】



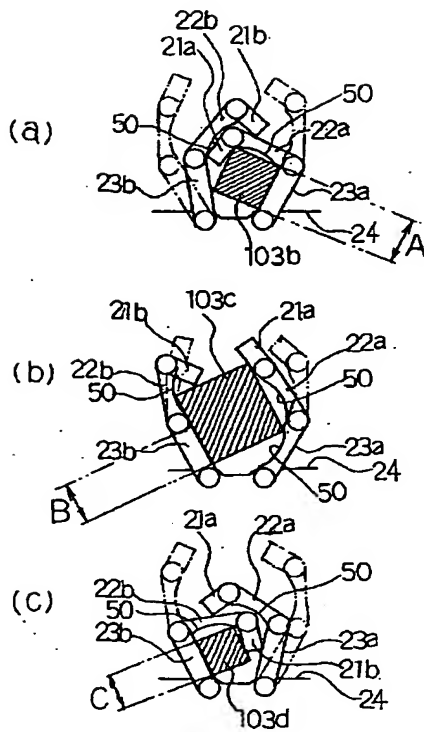
【図10】



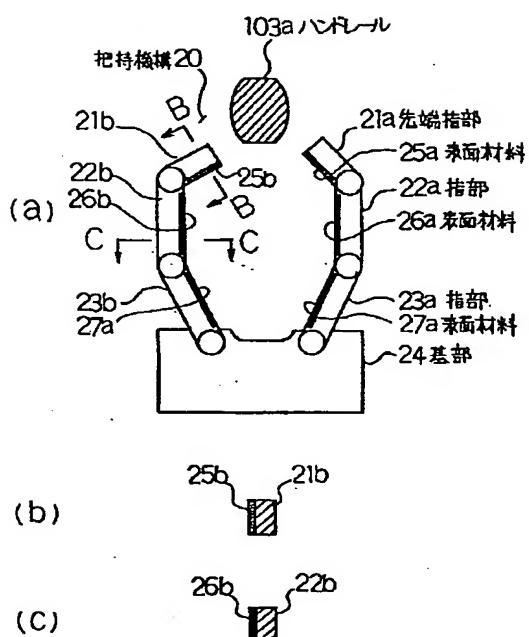
【図9】



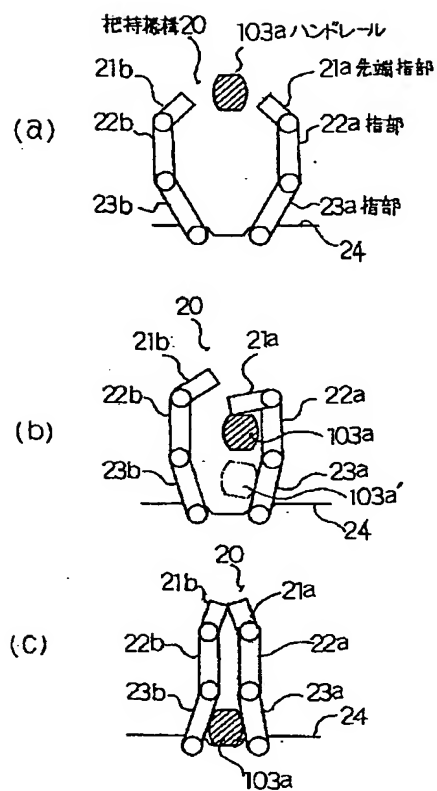
【図11】



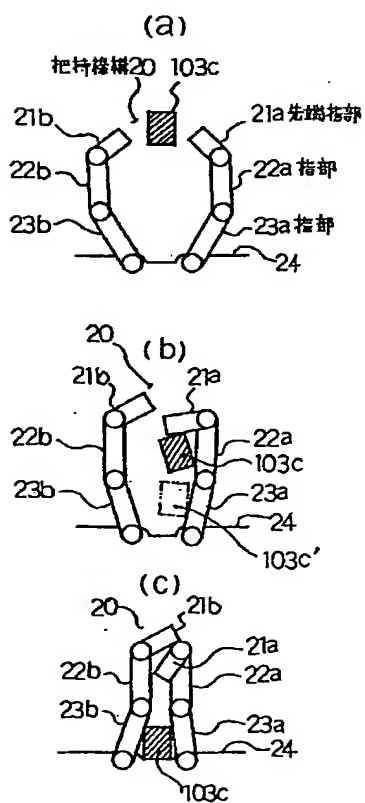
【図12】



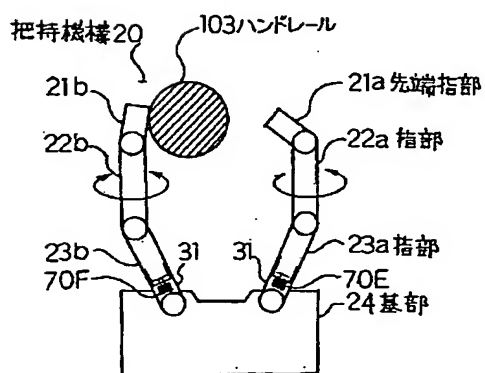
【図13】



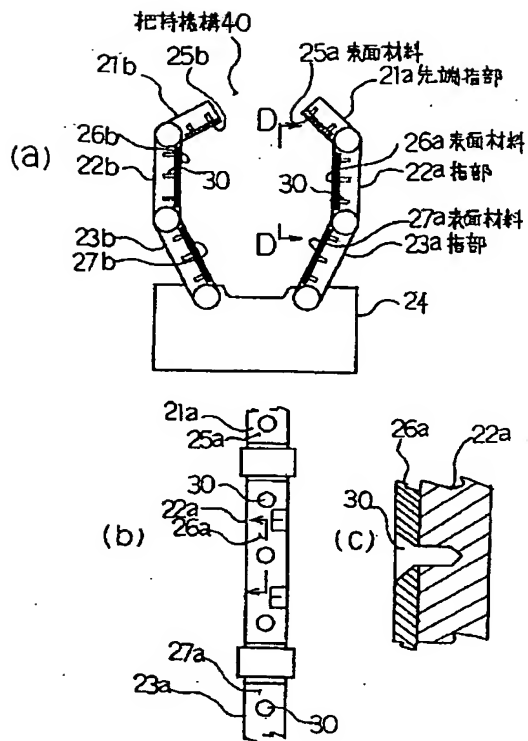
【図14】



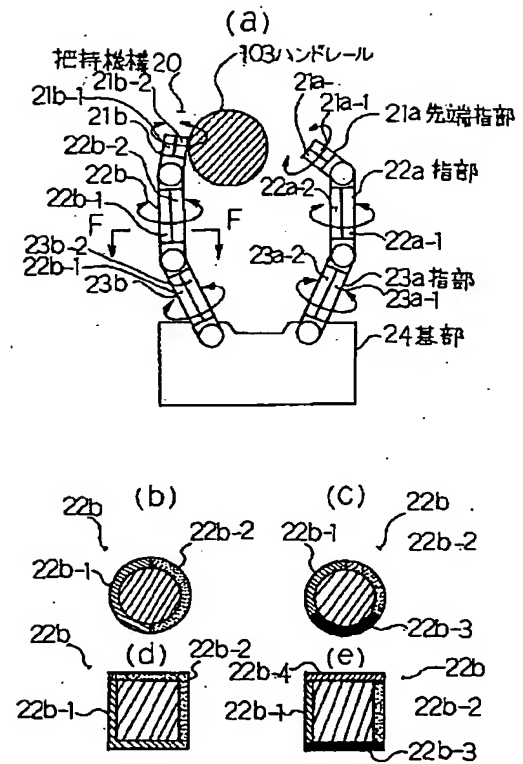
【図20】



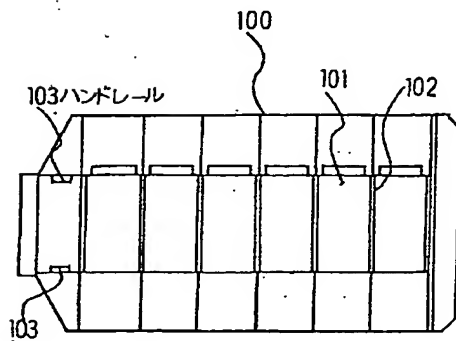
【図15】



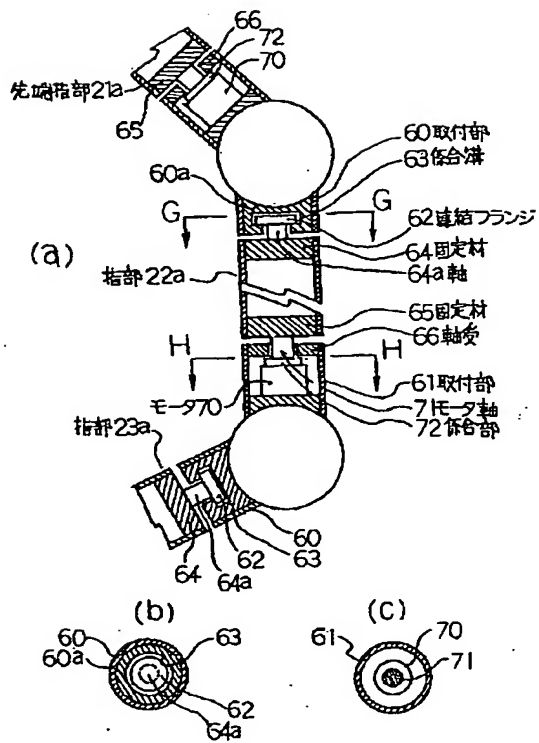
【図16】



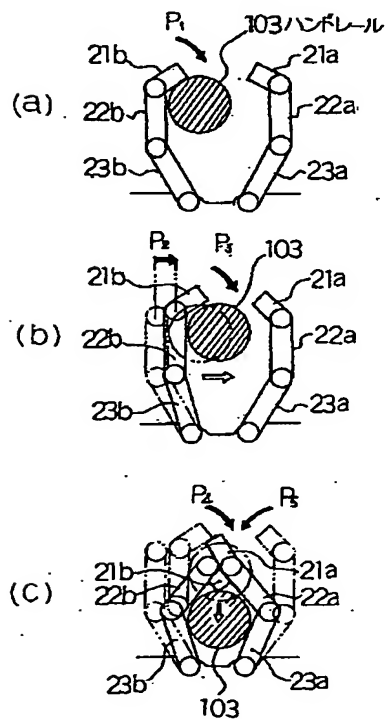
【図21】



【図17】



【図19】



【図18】

